

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 57-157105

(43)Date of publication of application : 28.09.1982

(51)Int.Cl.

G01B 11/06

H01L 21/66

(21)Application number : 56-041797

(71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 24.03.1981

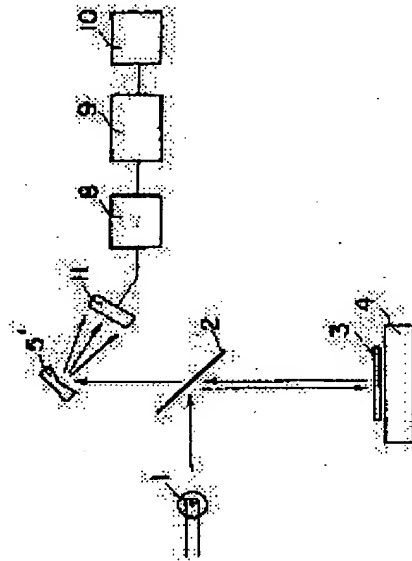
(72)Inventor : SHIMIZU JUNICHI  
SHIBATA EIJI

## (54) DEVICE FOR MEASURING THICKNESS OF THIN FILM

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enhance detecting speed and accuracy by performing spectrophotometry of light reflected from the thin film by a fixed spectroscope, scanning said spectral signals by a group of detecting elements arranged in parallel, and detecting the intensity of each wavelength component, in the measurement of the thickness of the thin film.

**CONSTITUTION:** The light from a light source 1 is vertically projected to a semiconductor wafer 3 on a sample table 4 through a half mirror 2. When the reflected light is guided to the fixed spectroscope 5 through the half mirror, each wavelength component is dispersed at a certain angle. Multiple light detecting elements are arranged in parallel on a parallel light detector 11. The amount of the light of respective wavelength component projected on each element is independently transduced into an electric signal. The film thickness is obtained by an amplifier 8 and a processor 9 from the relationship between the intensity of each wavelength component and the wave length. When the group of the detecting elements of the detector 11 is scanned at a high speed by using an analog shift register, the detecting speed and accuracy of the dispersed light are improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—157105

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 B 11/06  
H 01 L 21/66

識別記号

庁内整理番号  
6366—2 F  
6851—5 F

⑬ 公開 昭和57年(1982) 9月28日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 薄膜厚さ測定装置

① 特 願 昭56—41797

② 出 願 昭56(1981) 3月24日

③ 発 明 者 清水純一

東京都西多摩郡羽村町神明台 2  
—1—1 国際電気株式会社羽村  
工場内

④ 発 明 者 柴田英治

東京都西多摩郡羽村町神明台 2  
—1—1 国際電気株式会社羽村  
工場内

⑤ 出 願 人 国際電気株式会社

東京都港区虎ノ門 1 丁目 22 番 15  
号

⑥ 代 理 人 弁理士 大塚学 外 1 名

明 細 書

1. 発明の名称 薄膜厚さ測定装置

2. 特許請求の範囲

光源よりの光束をハーフミラーによつてその方向を90°変換し試料台またはウェーハ位置決め装置の上に置かれた半導体ウェーハ表面の薄膜に垂直に投射してその反射光を上記ハーフミラーを通して固定の分光器に導き分光する手段と、分光器からの分散光を並列光検出器によつて並列に受光し、光の各波長成分に対応する電気信号に変換したものを順に直列に増幅回路に送つて増幅する手段と、増幅された信号を処理装置に送入して電気信号の強度で表わされる各波長成分毎の光強度と波長との関係を解析し半導体ウェーハ表面の薄膜の厚さを算出する手段とを具備したことを特徴とする薄膜厚さ測定装置。

3. 発明の詳細な説明

半導体 I O の製造において半導体ウェーハ上にシリコン酸化膜、シリコン窒化膜などの薄膜を所定の厚さに形成することは、最終的に半導体ウェーハ上に形成される素子の性能を保証する上で重要な要素になつてゐる。そのため薄膜の厚さが所定の値から外れている時は薄膜製造プロセスのパラメータの修正が必要になる。従つてこれらの薄膜の厚さを高精度でかつ効率的に測定することは半導体 I O 製造の過程において不可欠の工程である。本発明は薄膜製造ラインに適合する高効率の膜厚測定装置に関するものである。

本発明の目的をさらに補足して説明すると、半導体 I O の高集積化に伴い膜厚の均一性に対する精度の要求は一段と厳しくなつてゐる。他方半導体ウェーハはウェーハ 1 枚当りのチップの数を増加し、生産性を高めるためさらに直径の大きいものが望まれ次第に大きくなりつつあるが、膜厚の均一性を確保する上で困難さを与える要素となつてゐる。このような理由からウェーハは 1 枚毎に膜厚の測定

を行い、良否の分類を行うことが望ましいことになるが、現在の膜厚測定装置の測定速度が遅いためやむをえず抜取検査で済ませていることが多い。本発明はこのような状況を改善するため、膜厚測定速度を高め生産ラインでの効率向上を計ると共に、測定装置としての信頼性および耐久性を増したもので、以下詳細に説明する。

まず測定原理を説明する。薄膜に垂直に投射する光の強度を1とすれば反射光の強度Rは次式で与えられることが知られている。

$$R = \frac{R_1^2 + R_2^2 + 2R_1R_2 \cos(\delta - \phi)}{1 + R_1^2 R_2^2 + 2R_1R_2 \cos(\delta - \phi)}$$

$$\text{ただし } R_1^2 = \left( \frac{n - n_0}{n + n_0} \right)^2, \quad R_2^2 = \frac{(n_g - n)^2 + k^2}{(n_g + n)^2 + k^2},$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{2nk^2}{n^2 - n_g^2 - k^2}, \quad \delta = 4\pi nt/\lambda,$$

$n_0$  = 空気の屈折率、 $n$  = 薄膜の屈折率、

$n_g$  = 下地の屈折率、 $k$  = 下地の吸収係数、

度にて分散させる。分光器5が回転機構6によつて基準点から一定角度左右に回動されるにつれて分光された各波長成分は順次光検出器7に投射され、各波長成分の光強度に対応する電気信号となつて光検出器7から増幅器8に送り増幅される。増幅器8の出力は時系列データとして処理装置9に送り込む。処理装置9は得られたデータから波長 $\lambda$ と反射光強度Rの関係を解析し、極大点、極小点の位置と数、波長 $\lambda$ に対応するRの値から薄膜の厚さ $t$ を算出し表示器10に表示する。

このような従来の装置では次のような問題がある。入射光の最小波長成分から最大波長成分に至るまでの分光器5の回動による機械的走査の各時点において分光器5の基準点からの回転角度 $\theta$ は、その時点で所定の検出光の波長 $\lambda$ を与えるように厳密に制御されなければならない。回転角度 $\theta$ に誤差があるとそれが直ちに測定値の誤差となつて現われる。このため機械的走査の速度すなわち分光器5の回動速度にはそれ以上あげられないという限界があり、これに従つて膜厚測定速度も制限

$\lambda$  = 光の波長、 $t$  = 薄膜の厚さ、

オ1図は波長 $\lambda$ と反射光強度Rとの関係を薄膜の厚さ $t$ をパラメータとして示したもので、厚さ $t$ が変わるとグラフの極大点、極小点の位置と数、波長 $\lambda$ に対応する光強度Rの値が変化する。このように $\lambda$ 、R、 $t$ の関係が分つているから、オ1図のような $\lambda$ -R特性が得られたとき極大点、極小点の位置と数、 $\lambda$ に対応する光強度Rの値から厚さ $t$ を計算し求めることができる。

オ2図は従来の膜厚測定装置の構成例ブロック図である。図中の1は光源、2はハーフミラー（半透明鏡）、3は半導体ウエハ、4は試料台、5は分光器、6は回転機構、7は光検出器、8は増幅器、9は処理装置、10は表示器である。光源1から放射された光を入射光の一部を反射し他を透過させるハーフミラー2で90°方向転換し、試料台4に置かれた半導体ウエハ3の表面に形成された薄膜に垂直に投射し、その反射光をハーフミラー2を通して分光器5に導く。分光器5によつて分光された反射光はその各波長成分をある角

される。またこの装置は長期間使用した場合に回転機構6の摩耗により回転角度 $\theta$ の誤差ひいては検出光の波長 $\lambda$ 、膜厚計算値 $t$ に誤りを生じるおそれがある。

オ3図は本発明を実施した膜厚測定装置の構成例ブロック図である。本装置ではタングステン電球などを用いた光源1より放射された光束をハーフミラー2によつて90°方向転換し、試料台4上に置かれた半導体ウエハ3の表面に形成された薄膜に垂直に投射し、その反射光をハーフミラー2を通して固定された分光器5に導く。半導体ウエハ3からの反射光は分光器5で分光され、その各波長成分はある角度をもつて分散する。11は並列光検出器で、多数の光検出素子を表面に並列に並べ、各素子に投射された光量をそれぞれ独立に検出できる。この検出器11を光路に設け分光器5からの分散光を並列かつ各波長成分について独立に検出し電気信号に変換する。これを増幅器8で増幅した後処理装置9に送り、各波長成分の反射強度Rと波長 $\lambda$ についての関係を求め、極大点、

僅小点の位置と数、波長 $\lambda$ に対応する光強度 $R$ の値から薄膜の厚さ $t$ を算出し、表示器10に表示する。なお半導体ウエハ3は試料台4の上に置くことに限られるものではなく、たとえば半導体ウエハ3上の定めてある点の薄膜の厚さを自動的または半自動的に測定するために自動または半自動ウエハ位置決め装置上に置くこともある。

次に本発明の主要事項の1つである並列光検出器11と増幅器8の動作をさらに詳しく説明する。オ4図は並列光検出器と増幅器の構成例ブロック図である。この図に示すように並列光検出器11は検出素子群12、ゲート回路13およびアナログシフトレジスタ14から成り立ち、また増幅器8は増幅回路15、アナログ/デジタル(A/D)変換回路16およびクロック発生回路17から成り立っている。さて分光器5からの分散光を検出素子群12によつて並列に検出し、それぞれ電気信号に変換して並列にゲート回路13に送る。ゲート回路13にはクロック発生回路17からゲート信号 $g_i$ が送られ、検出素子群12からの電気信

号を並列かつ同時にアナログシフトレジスタ14に転送する。ゲート回路13はゲート信号のある時だけ上記の転送動作を行い、ゲート信号がなくなると検出素子群12とアナログシフトレジスタ14間を遮断する。アナログシフトレジスタ14はゲート信号がなくなつた後も検出素子群12から送られた電気信号を保持する。この状態でクロック発生回路17が連続したクロック信号 $g_c$ をアナログシフトレジスタ14に送ると、アナログシフトレジスタ14に保持されていた電気信号は定められた順に従つて直列に増幅回路15に送られ増幅される。この増幅出力はさらにA/D変換回路16で順次デジタル信号に変換された後処理装置9に転送される。処理装置9の動作は上記の通りである。

以上の説明のように本発明を実施した膜厚測定装置においては、分光器には回転乃至回動機構は使用しないで固定とし、分光器からの分散光を並列にかつほぼ同時に検出するため、分散光の検出速度は飛躍的に向上し、膜厚の測定時間短縮に大

きく役立っている。また分光器は反射光の光路にしつかり固定されるため、検出器に投射される分散光の波長 $\lambda$ に誤差を与えることがない。さらに可動部分がないため機械的強度が高く、振動、衝撃に対する耐力が向上し、機構上の摩耗がなく長期間使用時の信頼性および耐久性が改善されるなど実用上著しい効果が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

オ1図は薄膜の厚さ測定における反射光強度と波長の関係図、オ2図は従来の薄膜の厚さ測定装置の構成例図、オ3図は本発明による薄膜の厚さ測定装置の構成例図、オ4図はオ3図中の並列光検出器と増幅器の詳しい構成例図である。

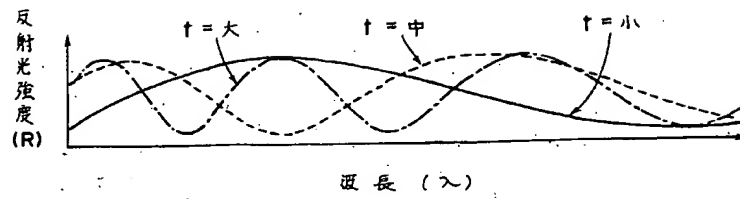
1…光源、2…ハーフミラー、3…半導体ウエハ、4…試料台、5、5'…分光器、6…回動機構、7…光検出器、8…増幅器、9…処理装置、10…表示器、11…並列光検出器、12…検出素子群、13…ゲート回路、14…アナログシフトレジスタ、

15…増幅回路、16…A/D変換回路、17…クロック発生回路。

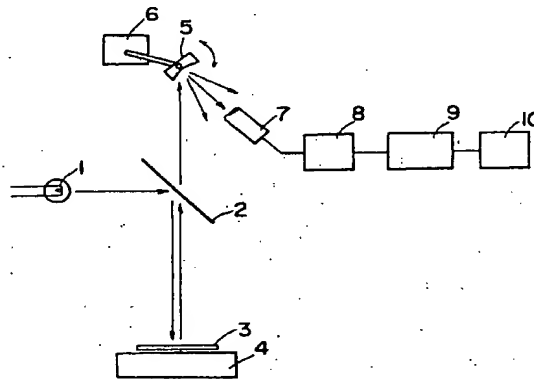
特許出願人 国際電気株式会社

代理人 大塚 学  
外1名

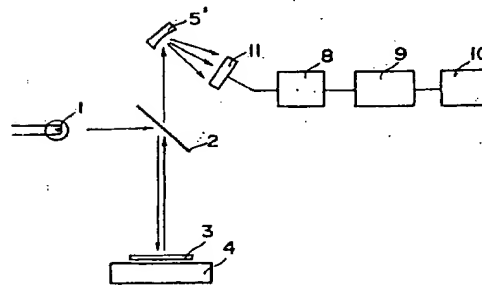
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

